

OPTICAL SEMICONDUCTOR DEVICE

Publication number: JP5167197

Publication date: 1993-07-02

Inventor: SUGA HIROBUMI; NAITO TOSHIO; ITO YUKIHIRO;
MATSUI KEN; MIYAJIMA HIROBUMI

Applicant: HAMAMATSU PHOTONICS KK

Classification:

- international: H01L31/14; H01S5/00; H01S5/042; H01S5/10;
H01L31/14; H01S5/00; H01S5/00; (IPC1-7): H01L31/14;
H01S3/18

- european:

Application number: JP19910335087 19911218

Priority number(s): JP19910335087 19911218

[Report a data error here](#)

Abstract of JP5167197

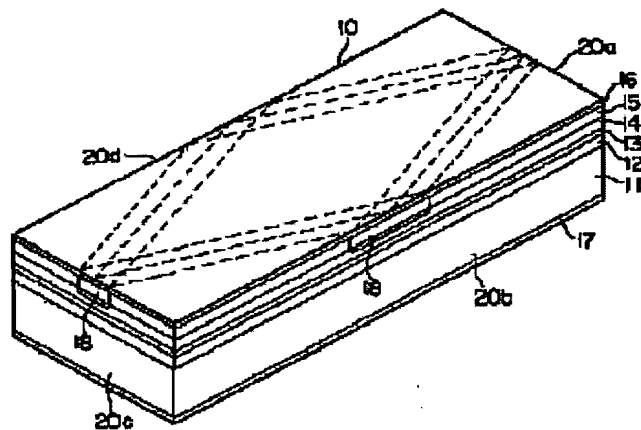
PURPOSE: To obtain an optical semiconductor device excellent in coherency wherein light intensity is not deteriorated.

CONSTITUTION: Since an endless waveguide having a plurality of reflecting surfaces is provided, the length of a light generating type waveguide can be made sufficiently long.

Reflecting surfaces 20b, 20c, 20d except an emission surface 20a are constituted as total reflection surfaces. The greater part of light is reflected by the specified emission surface 20a, and the residual part is transmitted.

Hence the light circulates in the waveguide, and the output of laser light which oscillates in the waveguide as a resonator is obtained from the emission surface. Since the resonator length can be made sufficiently long, coherency of the laser light can be improved.

When the greater part of the light entering the emission surface 20a is made to be transmitted, the waveguide serves as the active region for optical amplification. Thereby a large output of amplification by the sufficiently long waveguide can effectively be led out from the emission surface 20a.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開平5-167197

(43)公開日 平成 5 年(1993) 7 月 2 日

(51)Int.Cl.⁵
H 0 1 S 3/18
H 0 1 L 31/14

識別記号
A 7210-4M

庁内整理番号
9170-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 8 頁)

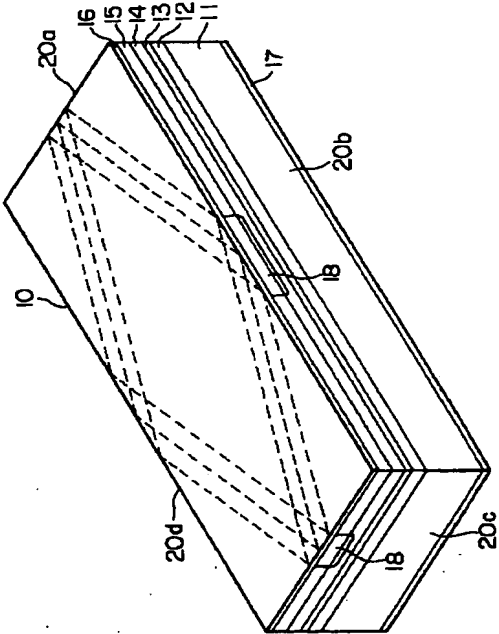
(21)出願番号	特願平3-335087	(71)出願人	000236436 浜松ホトニクス株式会社 静岡県浜松市市野町1126番地の1
(22)出願日	平成 3 年(1991)12月18日	(72)発明者	菅 博文 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(72)発明者	内藤 寿夫 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(72)発明者	伊藤 之弘 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ トニクス株式会社内
		(74)代理人	弁理士 長谷川 芳樹 (外 3 名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光半導体装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、コヒーレンス特性が良く、かつ光強度が低下しない光半導体装置を提供することを目的とする。

【構成】 複数の反射面を有する無端の導波路（19）を備えているので、光生成型の導波路長を十分長く取ることができる。ここで、出射面（20a）以外の反射面（20b、20c、20d）を全反射面とし、特定の出射面（20a）で光の大部分を反射させながら一部を透過させるようにすると、導波路（19）内を光が巡回し、導波路（19）を共振器として発振するレーザー光の出力が出射面から得られる。この共振器長は十分に長く取れるのでレーザー光のコヒーレンス特性が向上する。一方、出射面（20a）に入射される光の大部分を透過させるようにすると、導波路（19）が光増幅用の活性領域となり、十分に長い導波路（19）で増幅された大きな出力を出射面（20a）から効率良く取り出すことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の反射面を有する無端の導波路を備え、少なくとも1つの反射面が結晶成長により形成された出射面であることを特徴とする光半導体装置。

【請求項2】 前記出射面が結晶成長層を劈開して形成された面であることを特徴とする請求項1記載の光半導体装置。

【請求項3】 前記導波路の平面形状が多角形に形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2記載の光半導体装置。

【請求項4】 前記導波路の近傍には複数の電極が設けられており、所望の電極への電圧の印加によって前記導波路の電界強度を制御することを特徴とする請求項1～請求項3のいずれかに記載の光半導体装置。

【請求項5】 前記導波路が複数設けられていることを特徴とする請求項1～請求項4のいずれかに記載の光半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザ発振器、光増幅器および光分波器などとして使用できる光半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光半導体装置の例として半導体レーザの構造を図9に示す。同図より、半導体レーザ100は、GaAs基板101上に成長したヘテロエピタキシャル結晶102に導波路103を形成し、半導体レーザ100の両端に電流を流すことによってレーザ光を発振させる。

【0003】また、この半導体レーザ100を光増幅素子として利用する場合には、劈開端面に無反射膜のコーティングを施して、外部からの光を導波路に導入する。そして、この光に同期させて半導体レーザ100の両端に電流を流すことにより、導波路のゲインを増加させて、入射光の増幅を行う。

【0004】次に、別の光半導体装置の従来例を図10に示す。同図より、半導体レーザ110にはリング状の導波路が形成されており、電極間に電流を流すことによって、レーザ発振や光の増幅が行われる。この半導体レーザ110は、共振器長が無限に長いレーザダイオードとなるため、コヒーレンス特性が向上する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来の半導体レーザ100は、レーザ光の出射面が2か所に限定されており、また共振器長もあまり長く取れないため、コヒーレンス特性の向上には外部ミラーが必要であった。このため、構成が複雑になり問題であった。

【0006】また、従来の半導体レーザ110は、レーザ光がリング状の導波路を走るため、外部に光が漏れ易い。このため、光強度の低下が発生し、出力光の光強度

が小さくなってしまった。また、リング状の導波路からの出力光の取り出し方法も難しく問題であった。

【0007】本発明は、このような問題を解決することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の光半導体装置は、複数の反射面を有する無端の導波路を備え、少なくとも1つの反射面が結晶成長により形成された出射面となる。

10 【0009】

【作用】本発明の光半導体装置によれば、複数の反射面を有する無端の導波路を備えているので、光生成型の導波路長を十分長く取ることができる。ここで、出射面以外の反射面を全反射面とし、特定の出射面で光の大部分を反射させながら一部を透過させるようにすると、導波路内を光が巡回し、導波路を共振器として発振するレーザ光の出力が出射面から得られる。この共振器長は十分に長く取れるのでレーザ光のコヒーレンス特性が向上する。

20 【0010】一方、出射面で光の大部分を透過させるようにすると、導波路が光増幅用の活性領域となり、十分に長い導波路で増幅された大きな出力を出射面から効率良く取り出すことができる。

【0011】

【実施例】以下、添付図面を参照して、本発明の光半導体装置の一実施例について説明する。図1は本実施例の光半導体装置の構造を示す斜視図である。同図より、本発明の光半導体装置10は、n型のGaAs基板11上にn型のクラッド領域であるGaAlAs層12が、GaAlAs層12上に活性領域であるGaAs系の活性層13が、活性層13上にp型のクラッド領域である例えば量子井戸構造のGaAlAs層14がそれぞれエピタキシャル形成されており、いわゆるGaAs/AlGaAs系の二重ヘテロ接合という構造を有している。さらに、GaAlAs層14上にはn型のGaAs層15がエピタキシャル形成されており、GaAs層15上にはp側電極16が、GaAs基板11の裏面にはn側電極17がそれぞれ形成されている。GaAs層15にはP型の添加物がドーピングされてp⁺ 拡散領域18が形成されている。

【0012】このような構造を採用することで、活性層13を挟むGaAlAs層12、GaAlAs層14から注入された電子、ホールはバンドギャップエネルギーが低く、ポテンシャルウェルとなっている活性層13中に効率良く閉じ込めることができる。また、p⁺ 拡散領域18は、GaAs基板11の(100)面に対する劈開面である(0-1-1)面または(0-1-1)面から劈開した長方形の面に対して、それぞれの辺に接する菱形のストライプ構造である(結晶面の座標で-1は結晶軸の負方向を示す)。そして、このp⁺ 拡散領域18内の注入

キャリアによって、 p^+ 拡散領域 18 下部の活性層 13 内で利得ガイド方式による横方向の光閉じ込めが行われる。このような光閉じ込めによって、導波路 19 が菱形の形状で形成される。

【0013】光半導体装置 10 の動作は次の通りである。まず、 p 側電極 16 と n 側電極 17 の間に電流を流すと、導波路 19 内に光が発生する。導波路 19 は複数の反射面を有する無端の導波路なので、光生成型の導波路長を十分長く取ることができる。このため、例えば出射面 20a に入射される光の大部分を反射させながら一部の光を透過させるようにすると、導波路 19 内に光が巡回し、導波路 19 を共振器として発振するレーザ光を出射面 20a から取り出すことができる。この共振器長は十分に長く取れるのでレーザ光のコヒーレンス特性が向上する。

【0014】一方、出射面 20a に入射される光の大部分を透過させるようにすると、導波路 19 内で発生した光のほとんどは巡回することなく出射面 20a から出力される。このため、導波路 19 を光増幅用の活性領域とすることができ、また導波路長が十分に長いので、大きな光出力を出射面 20a から効率良く取り出すことができる。

【0015】次に、光半導体装置 10 をレーザダイオードとして動作させた例について、図 2 の平面図を用いて説明する。まず、 p 側電極 16 と n 側電極 17 の間に電流を流すと、導波路 19 に光が発生する。この光は菱形の周回路である導波路 19 を巡回し、反射面 20a に入射角 θ_1 で入射する。この入射光の一部は反射し、他の一部は透過して外部に出射される。このときの屈折角 θ_2 は、スネルの法則 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ (入射角 θ_1 は臨界角以内とする) を満足する方向である。そして、反射面 20a で反射された光は導波路 19 で増幅されながら反射面 20d に達する。反射面 20d への入射角は臨界角より大きいので、入射光は全反射されて 20c に向かう。反射面 20c では、反射面 20a と同様に一部の光が透過してスネルの法則を満足する屈折角 θ_4 で出射し、他の光が反射面 20b に向けて反射する。そして、反射面 20b で全反射して反射面 20a に向かう。このように、導波路 19 に発生した光は、導波路 19 内を左回りあるいは右回りに巡回して、レーザ光を発振する。このレーザ光の一部が結晶成長により形成された出射面である反射面 20a、20c から出射されるのである。

【0016】また、反射面 20a、20c に適当な膜や樹脂などの保護膜を付着させることによって、屈折角 θ_2 、 θ_4 とレーザ光の強度を変化させることができる。例えば、反射面 20a にエポキシ樹脂を付着させた場合は、導波路 19 内の屈折率 $n_1 = 3.6$ 、エポキシ樹脂の屈折率 $n_2 = 1.55$ 、入射角 $\theta_1 = 16.2^\circ$ であるので、スネルの法則より屈折角 $\theta_2 = 40.16^\circ$ と

なる。このときの臨界角は $\sin^{-1}(1.55/3.6) = 25.5^\circ$ となる。また、反射面 20a に低融点ガラスを付着させた場合は、導波路 19 内の屈折率 $n_1 = 3.6$ 、低融点ガラスの屈折率 $n_2 = 2.5$ (2.4 ~ 2.6 の平均値)、入射角 $\theta_1 = 16.2^\circ$ であるので、スネルの法則より屈折角 $\theta_2 = 26.6^\circ$ となる。このときの臨界角は $\sin^{-1}(2.5/3.6) = 44.0^\circ$ となる。

【0017】さらに、電界や熱の変化によって屈折率が変化する材料を保護膜に用いれば、屈折角 θ_2 、 θ_4 の制御を行うことができる。また、電極 16 を分離して、一部の電極から信号を入れることによって、入力信号の変調を行うことも可能である。

【0018】次に、本発明の応用例について、図 3、図 4 を用いて説明する。図 3 は、菱形の導波路 19 の他に、この導波路 19 の対角線上に導波路 21 を形成した例である。そのため、反射面 20a を透過した光は 3 方向に出射する。さらに、導波路 19 と導波路 21 の電極を分離すれば、導波路 19 からの出射光 22、23 と、導波路 21 からの出射光 24 との光パワーを別々に制御することが可能となる。また、導波路 19 から反射面 20a への入射角 θ_1 を変えることによって、出射光 22、23 の屈折角 θ_2 を所望の値にすることができる。特に、この応用例をレーザレーダ用光源として応用すれば、レーザ光が 3 方向に出射されるので、カバーできる空間は非常に広がる。また、従来は、3 方向にレーザ光を出射させるためには複数台の装置を必要としたが、それがこの装置 1 台で行えるようになった。図 4 は、2 つの光半導体装置 30、31 を光学的に結合させてアレイ化した例である。この装置では、導波路 32 が倍の長さになるため、出射面 33 から出射するレーザ光のコヒーレンス特性が大幅に向上する。

【0019】次に、本実施例である光半導体装置の詳細構造を図 5 ~ 図 8 に示す。図 5 は、メサ型の光半導体装置 50 の構造を示す斜視図である。同図より、 n 型の $GaAs$ 基板 51 上に n 型のクラッド領域である $GaAlAs$ 層 52 が、 $GaAlAs$ 層 52 上に活性領域である $GaAs$ 系の活性層 53 が、活性層 53 上に p 型のクラッド領域である p 型の $GaAlAs$ 層 54 が、さらに $GaAlAs$ 層 54 上に n 型の $GaAs$ 層 55 がそれぞれエピタキシャル形成されている。また、 $GaAs$ 層 55 上には p 側電極 56 が、 $GaAs$ 基板 51 の裏面には n 側電極 57 がそれぞれ形成されている。

【0020】図 6 は、メサ型で電極分離型の光半導体装置 60 の構造を示す斜視図である。同図より、 n 型の $GaAs$ 基板 61 上に n 型のクラッド領域である $GaAlAs$ 層 62 が、 $GaAlAs$ 層 62 上に活性領域である $GaAs$ 系の活性層 63 が、活性層 63 上に p 型のクラッド領域である p 型の $GaAlAs$ 層 64 が、さらに $GaAlAs$ 層 64 上に n 型の $GaAs$ 層 65 がそれぞれ

エピタキシャル形成されている。また、GaAs層65上にはp側電極66、67が、GaAs基板61の裏面にはn側電極68がそれぞれ形成されている。そして、p側電極66への通電量によってレーザ出力のパワーを制御することができる。

【0021】図7は、埋め込み段差成長型の光半導体装置70の構造を示す斜視図である。同図より、p型のGaAs基板71上にn型のGaAs層72が、GaAs層72上にp型のクラッド領域であるGaAlAs層73が、GaAlAs層73上に活性領域であるGaAs系の活性層74が、活性層74上にn型のクラッド領域であるGaAlAs層75が、さらにGaAlAs層75上にn型のGaAs層76がそれぞれエピタキシャル形成されている。また、GaAs層76上にはn側電極77が、GaAs基板71の裏面にはp側電極78がそれぞれ形成されている。

【0022】図8は、埋め込み段差成長型で電極分離型の光半導体装置80の構造を示す斜視図である。同図より、p型のGaAs基板81上にn型のGaAs層82が、GaAs層82上にp型のクラッド領域であるGaAlAs層83が、GaAlAs層83上に活性領域であるGaAs系の活性層84が、活性層84上にn型のクラッド領域であるGaAlAs層85が、さらにGaAlAs層85上にn型のGaAs層86がそれぞれエピタキシャル形成されている。また、GaAs層86上にはn側電極87、88が、GaAs基板81の裏面にはp側電極89がそれぞれ形成されている。そして、n側電極87への通電量によってレーザ出力のパワーを制御することができる。

【0023】なお、本実施例の光半導体装置は、GaAs/AIGaAs以外の構成でも良く、また、エッチングを用いて製造しても良い。

【0024】

【発明の効果】本発明の光半導体装置によると、反射面を全反射面とし、ある出射面で光の大部分を反射させて一部を透過させるようにすれば、導波路を共振器長の十分に長い共振器として機能させることができ、上記出射面からレーザ光が外部に取り出される。このためコヒー

レンス特性の良いレーザ光を発振させることができる。また、出射面で光の大部分を透過させるようにすれば、導波路を光路長の十分に長い光増幅用の活性領域として機能させることができる。このため増幅率の高い光信号を出射面から外部に出力させることができる。

【0025】したがって、本発明の光半導体装置は、光の発振器、増幅器などに利用すると効果的である。特に、LAN (Local Area Network) の光素子としての利用価値が高い。

【0026】さらに、本発明の光半導体装置は、進行方向の異なる2つのレーザ光が装置内をリングレーザとして進行するため、装置を回転させて、右回りと左回りの位相差を測定することによって、光ジャイロ用光源として利用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例の光半導体装置の構造を示す斜視図である。

【図2】レーザ光の取り出し方を示す平面図である。

【図3】本実施例の応用例を示す平面図である。

【図4】本実施例の応用例を示す平面図である。

【図5】本実施例の光半導体装置の詳細な構造を示す斜視図である。

【図6】本実施例の光半導体装置の詳細な構造を示す斜視図である。

【図7】本実施例の光半導体装置の詳細な構造を示す斜視図である。

【図8】本実施例の光半導体装置の詳細な構造を示す斜視図である。

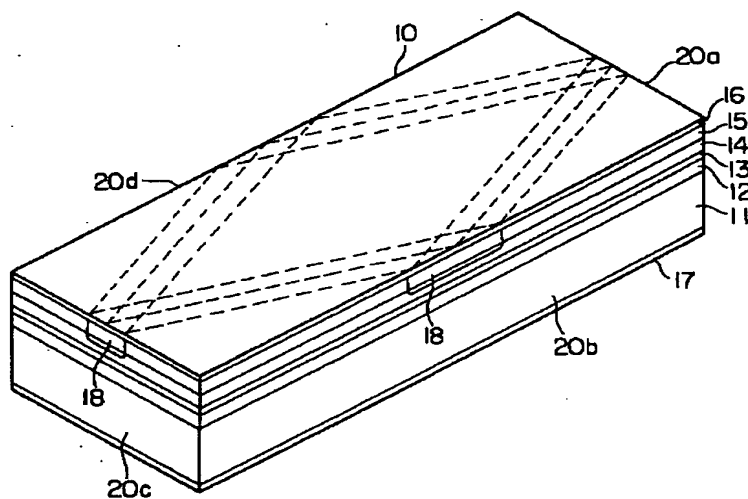
【図9】従来の半導体レーザの構造を示す斜視図である。

【図10】従来の半導体レーザの構造を示す斜視図である。

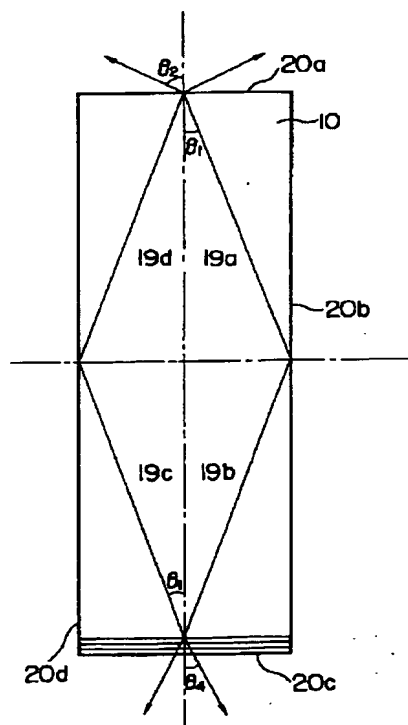
【符号の説明】

10…光半導体装置、11…GaAs基板、12…GaAlAs層、13…活性層、14…GaAlAs層、15…GaAs層、16…p側電極、17…n側電極、18…p⁺拡散領域、19…導波路。

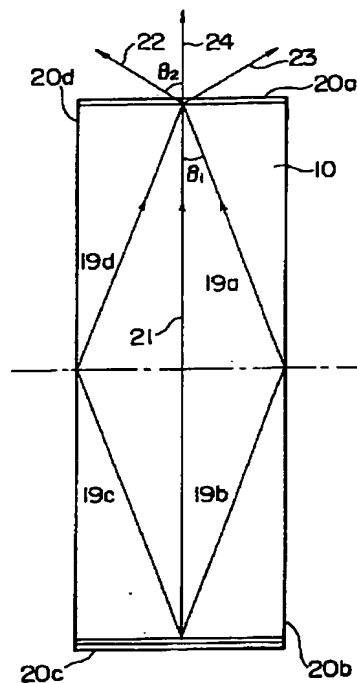
【図 1】



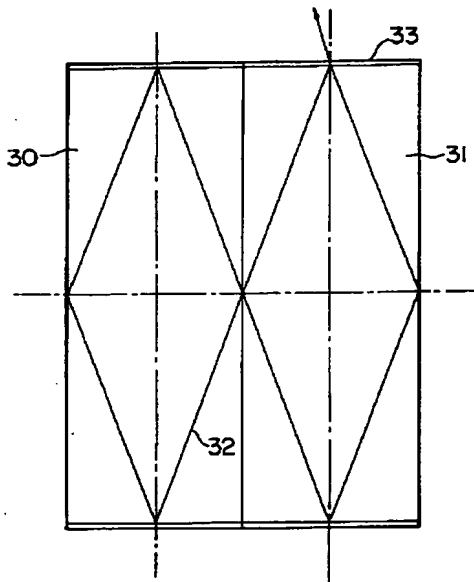
【図 2】



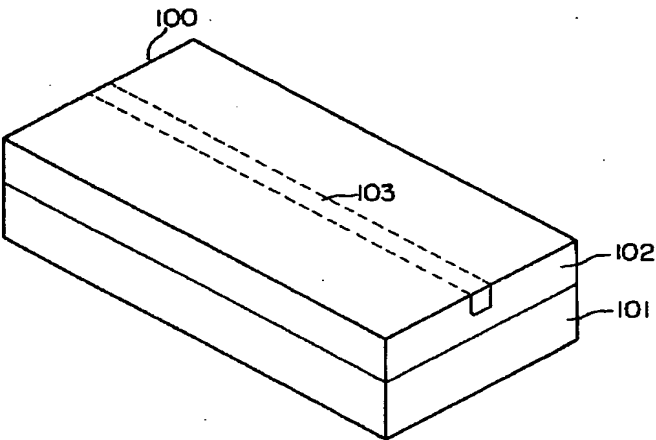
【図 3】



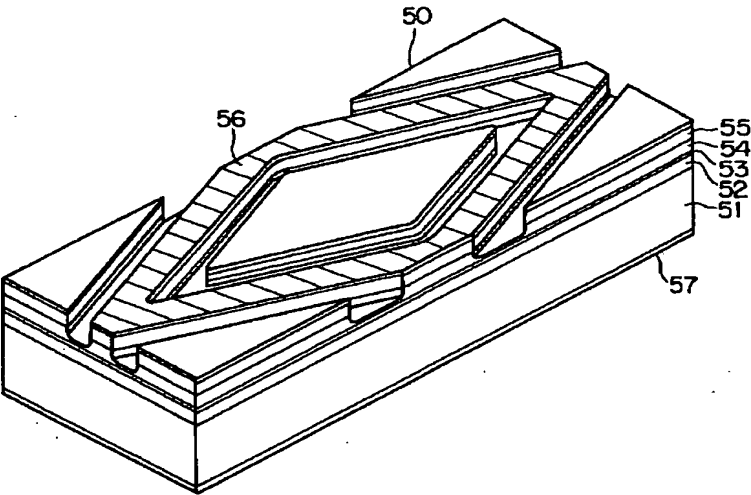
【図4】



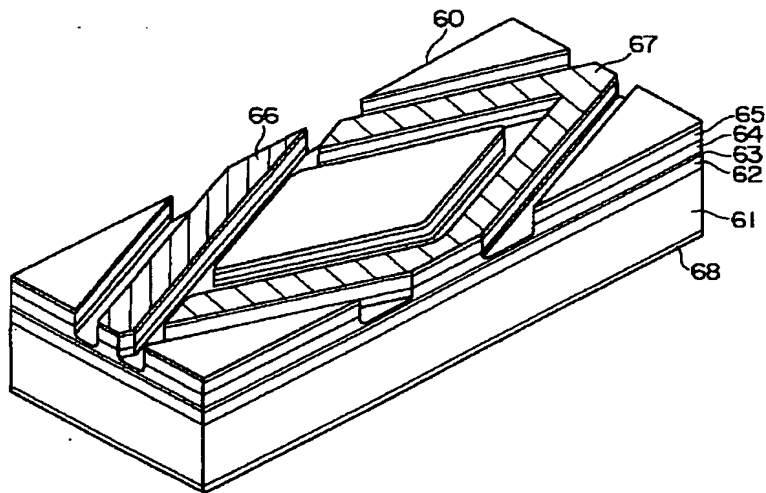
【図9】



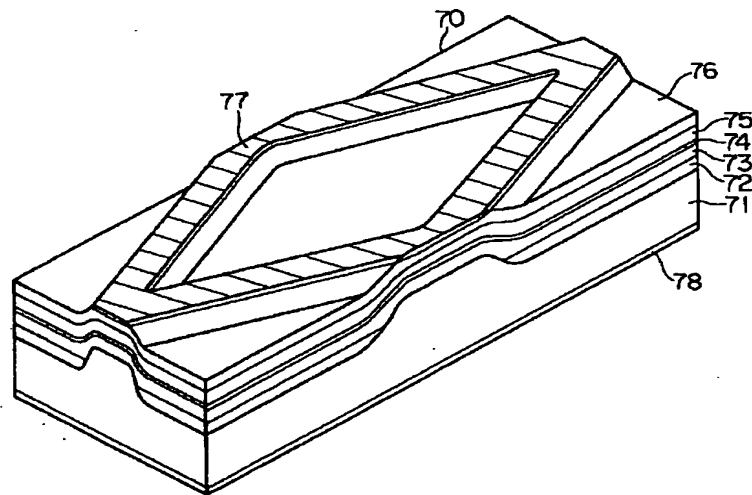
【図5】



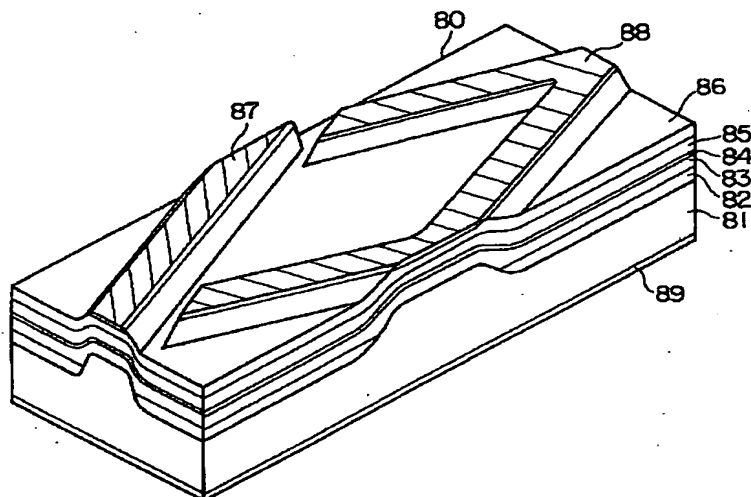
【図6】



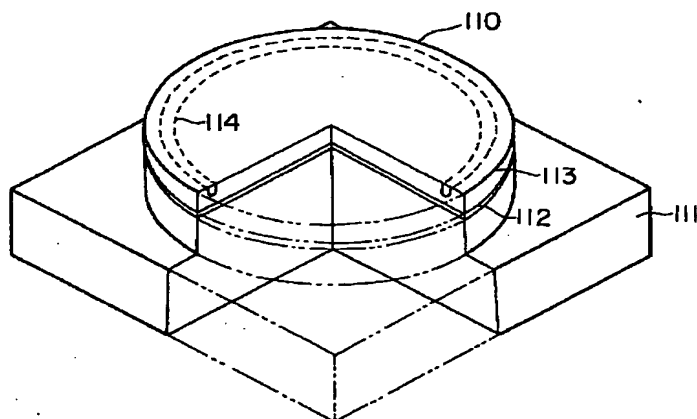
【図7】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(72) 発明者 松井 謙
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 宮島 博文
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内